

**ЭКОЛОГО-САНИТАРНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ И ТРОФИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ
ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ УРБАНИЗИРОВАННОЙ ТЕРРИТОРИИ**

По результатам собственных наблюдений на 9 озерах городской зоны рассмотрены гидрохимические и гидробиологические показатели. На основе балльной оценки определена степень урбанизации озер. Показано, что водоемы соответствуют классам загрязненных и удовлетворительной чистоты вод. Показатели структуры сообществ зоопланктона характеризуют трофический статус исследованных озер как высокий. Рассчитанные индексы указывают на формирование статуса одного из исследованных водоемов, близкого к гипертрофному, еще одно озеро характеризуется как евтрофное, остальные - как переходные от мезотрофного к евтрофному типу.

В условиях города повышенную антропогенную нагрузку испытывают все компоненты природной среды, что может приводить к их нежелательным изменениям. В настоящее время значительно ухудшается экологическое состояние многих природных объектов, в том числе и водоемов, оказавшихся в городской черте. Изменение качества воды водоемов происходит по трем основным направлениям: загрязнение ксенобиотиками, повышение минерализации вод и антропогенное евтрофирование [1]. Именно поэтому определение трофического статуса водоема - обязательное условие при планируемом антропогенном вмешательстве в деятельность водной экосистемы [2].

В черте второго по величине численности населения и промышленному потенциалу города Республики Беларусь – Гомеля располагается значительное количество водоемов. Исследования проведены общепринятыми гидробиологическими методами в период 2006-2008 годов на 9 городских озерах, испытывающих разнофакторное антропогенное воздействие (таб. 1). Степень урбанизации водоемов устанавливали на основе балльной оценки количественных и качественных показателей, разработанной О.В. Янчуревич [3]. При этом учитывали близость промышленных предприятий, транспортных коммуникаций, рекреационную нагрузку, наличие организованного сброса сточных вод, заморных явлений и др. Согласно этой классификации среди изучаемых озер выделяются сильно урбанизированные, средне урбанизированные и мало урбанизированное (находится за чертой города).

Классы качества воды водоемов по эколого-санитарным (трофо-сапробиологическим) и эколого-токсикологическим показателям устанавливали в соответствии с классификацией водоемов, предложенной В.Н. Жукинским и Л.П. Брагинским [4]. Среди этих показателей использовали 18: индекс сапробности, насыщение кислородом, прозрачность, содержание взвешенных веществ, цветность воды, рН, концентрации азота аммонийного, нитритного и нитратного, фосфатов (эколого-санитарные), а также содержание цинка, хрома, кобальта, кадмия, железа общего, фторидов, СПАВ, нефтепродуктов (эколого-токсикологические).

Степень евтрофирования озер устанавливали с помощью индекса трофического статуса Карлсона (TSI) [5]. Показатель трофии Nakkaḡi (E/O) озер определяли как соотношение числа видов-индикаторов евтрофного и олиготрофного типов [6].

Таблица 1

Характеристика исследуемых озер

Озеро	Факторы антропогенного воздействия	Баллы, тип водоема	
		Количественные показатели	Качественные показатели
Дедно	Сброс через ливневой коллектор сточных вод, содержащих также стоки нескольких автопредприятий	17 (сильно урбанизированный)	5 (сильно урбанизированный)

Шапор	Сброс сточных вод промышленных предприятий	17 (сильно урбанизированный)	4 (сильно урбанизированный)
Любенское	Высокая рекреационная нагрузка	14 (средне урбанизированный)	5 (сильно урбанизированный)
Сельмашевское	Рекреационное использование, располагается в крупном промышленном районе города	15 (средне урбанизированный)	3 (средне урбанизированный)
Волотовское	Рекреационное использование, располагается в зоне интенсивного движения автотранспорта	14 (средне урбанизированный)	2 (средне урбанизированный)
У-образное	Рекреационное использование, располагается в зоне интенсивного движения автотранспорта	13 (средне урбанизированный)	2 (средне урбанизированный)
Малое	Рекреационное использование, располагается в зоне интенсивной застройки и движения автотранспорта	12 (средне урбанизированный)	2 (средне урбанизированный)
Круглое	Рекреационное использование, располагается в зоне интенсивной застройки и движения автотранспорта	12 (средне урбанизированный)	2 (средне урбанизированный)
Сетен	Рекреационное использование, располагается на границе городской зоны	9 (мало урбанизированный)	2 (средне урбанизированный)

Оценку изменения состава видов и трофического статуса водоемов проводили с использованием степени трофии, или фаунистического индекса трофности (Е), предложенного А.Х. Мяземсом [7]. Показатели сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека [8].

Результаты показывают, что в исследуемых озерах отмечается превышение величин БПК₅ в 1,36-2,91 раза, железа - в 1,44-11,00 раз, марганца - в 1,25-20,80 раза. В некоторых озерах качество воды также не удовлетворяет нормам по содержанию азота аммонийного (1,22-8,32 ПДК), цинка (1,28-1,39 ПДК), фосфатов (1,26-7,18 ПДК), нефтепродуктов (3,58 ПДК), азота нитритного (1,42-2,04 ПДК). В озерах, принимающих сточные воды, отмечается ниже допустимого на 2,45 мг/дм³ содержание растворенного кислорода, концентрация азота нитритного превышает ПДК в 1,42-7,54 раза, азота аммонийного - в 2,57-8,32 раза, фосфатов - в 1,55-3,53, азота нитритного - в 3,04-6,63 раза.

При изучении эколого-санитарных и эколого-токсикологических показателей принимали следующие обозначения:

1) для классов качества воды: 1 - предельно чистая, 2 - чистая, 3 - удовлетворительной чистоты, 4 - загрязненная, 5 - грязная;

2) для разрядов качества вод: 1 - предельно чистая, 2а - очень чистая, 2б - вполне чистая, 3а - достаточно чистая, 3б - слабо загрязненная, 4а - умеренно загрязненная, 4б - сильно загрязненная, 5а - весьма грязная, 5б - предельно грязная.

Установлено, что указанные показатели в водоемах варьируют. По их величинам (2-5) класс качества воды озер изменяется от чистой до грязной, а разряд качества воды - от очень чистой до

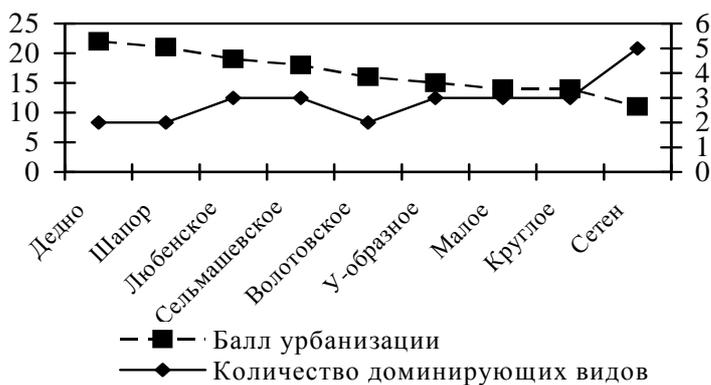
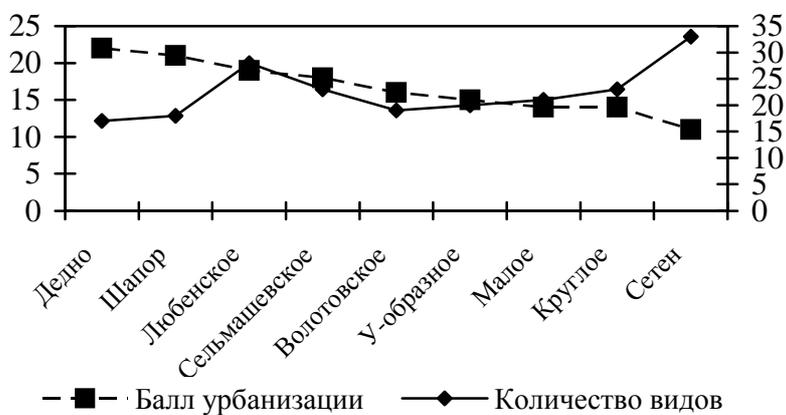
предельно грязной (2а-5б). Некоторые показатели в воде озер колеблются незначительно - содержание взвешенных веществ (2а) и величины цветности (5б для всех водоемов). По средним данным, вода озера Дедно, подверженного влиянию сточных вод, относится к 4 классу качества воды (загрязненная, разряд качества а-б), вода остальных озер – к 3 классу (удовлетворительной чистоты, разряд качества а-б).

В зоопланктоне озер обнаружено 79 видов и внутривидовых таксонов: *Rotifera* – 48, *Cladocera* - 24, *Copepoda* – 7. Большая часть обнаруженных видов зоопланктона (76%) является индикаторами загрязнения воды, среди них 55% - показатели загрязненных условий. Общими для всех исследованных озер являются 2 эврибионтных вида: *K. cochlearis cochlearis* (Gosse, 1851), *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1785). При сравнении станций наибольшую степень сходства по числу видов зоопланктона имеют Волотовские озера 2 и 3, 3 и 4 (коэффициент Соренсена для них при попарном сопоставлении достигает 0,68). Наиболее низкие величины индекса фаунистической общности отмечены для озер Дедно и Сельмашевское – 0,21.

На основе полученных результатов было проанализировано влияние степени урбанизации на структурные показатели зоопланктона (рисунок 1). Как видно из рисунка, с увеличением степени антропогенного влияния отмечается снижение величин биоразнообразия, индексов видового разнообразия и количества доминирующих видов.

Также исследованиями установлено, что доля коловраток в видовом разнообразии велика и, как правило, превышает 50%, составляя в озерах Шапор, Дедно и Волотовское более 70%, что наблюдается в водах повышенной трофности. Отношение числа видов рода *Brachionus* к числу видов рода *Trichocerca* (индекс $Q_{ВТ}$) для разных озер изменяется в пределах 2-8, характеризуя их как гиперэвтрофные. Во всех исследуемых озерах доля видов-индикаторов загрязнения превышает 50%. Величины рассчитанного индекса сапробности (по среднегодовым данным) позволяют отнести воду всех исследуемых озер к категории «умеренно загрязненная». В отдельные периоды исследований вода некоторых озер относится к категории «загрязненная», а вода озер, в которые поступают сточные воды, - к категории «грязная».

Согласно рассчитанному индексу TSI трофность исследуемых озер уменьшается в ряду: Дедно (гиперэвтрофное 80,0) → Шапор (эвтрофное – 73,1) → Любенское (эвтрофное – 69,9) → Волотовское (эвтрофное – 69,4) → У-образное (эвтрофное – 69,3)



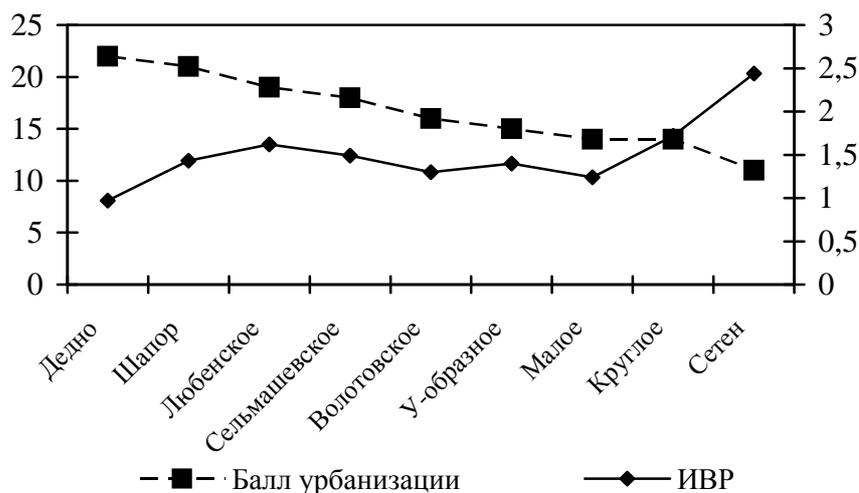


Рисунок 1 – Изменение показателей зоопланктона в зависимости от степени урбанизации водоемов

→ Малое (евтрофное – 69,2) → Круглое (евтрофное – 68,9) → Сельмашевское (евтрофное – 68,6) → Сетен (евтрофное – 68,1).

Трофность исследованных озер по шкале Наккари [6] расположилась по убыванию следующим образом: Дедно (евтрофное – 1,64) → Шапор (евтрофное – 1,52) → Волотовское (мезотрофное – 0,72) → У-образное (мезотрофное – 0,70) → Любенское (мезотрофное – 0,68) → Малое (мезотрофное – 0,67) → Сельмашевское (мезотрофное – 0,63) → Круглое (мезотрофное – 0,59) → Сетен (мезотрофное – 0,52). Величины коэффициента трофии А.Х. Мязметса [7] характеризуют озера Шапор и Дедно как гипертрофные, остальные озера – как евтрофные.

При переходе от мезотрофного к евтрофному типу и от евтрофного к гипертрофному прослеживается смена доминирующих видов: *Bosmina longirostris* → *Ceriodaphnia reticulata* → *Chydorus sphaericus* → *Daphnia longispina* → *Daphnia magna*.

Таким образом, проведенные исследования показывают, что озеро Дедно соответствует классу загрязненных, разряду умеренно загрязненных вод, остальные озера – классу удовлетворительной чистоты, разряду слабо загрязненных вод. Показатели структурной организации сообществ зоопланктона указывают на высокий трофический статус озер, расположенных в черте г. Гомель. При увеличении степени урбанизации отмечается возрастание трофического статуса водоемов, что сопровождается снижением величин биоразнообразия, индексов видового разнообразия и количества доминирующих видов, увеличением доли коловраток, видов-индикаторов загрязнения и сменой доминантных видов зоопланктона.

Литература

1. Петрова М.И. Динамика гидрохимического состояния озер-водоприемников сточных вод // Международное сотрудничество в решении водно-экологических проблем. – Мн.: Минсктиппроект, 2008. – С. 229-230.
2. Фитопланктон оз. Паланское (Камчатка) как показатель состояния его экосистемы ледования биологии и динамики численности промысловых рыб камчатского шельфа. – 2004, вып. 4. – С. 176-181.
3. Янчуревич, О.В. К вопросу классификации водоемов по степени урбанизации // Экологической науке – творчество молодых: Мат-лы II регион. науч.-практ. конф. ведущих специалистов, аспирантов и студентов. – Гомель, 2002. – С. 95-96.
4. Жукинский, В.Н., Брагинский, Л.П. Комплексная экологическая классификация качества поверхностных вод суши // Гидробиологический журнал. - 1993. - Т. 29. - № 4. - С. 62-76.
5. Carlson, R. E. A trophic state index for lakes // Limnology and Oceanography. – 1977. – Vol. 22. - № 2. – P. 361-369.
6. Nakkari, L. On the productivity and ecology of zooplankton and its role as food for fish in

some lakes in Central Finland // Biological Results Reports for the University Juvaskyla. - 1978. - № 4. - P. 3-84.

7. Мяметс, А.Х. Изменения зоопланктона // Антропогенное Воздействие На Малые Озера. – Л.: Наука, 1980. – С. 54-64.

8. Pantle, R., Buck, H. Die biologische Uerwachung der Gawasser und die Darstellung der Ergebnisse // Gas und Wasserfach. - 1955. - Bd. 96, №18. - S. 604.