

УДК 504.064.36.574

Оценка качества воды и экологического состояния рек Днепровского региона с учетом европейских стандартов

И. Ф. РАССАШКО, В. А. СТЕПАНОВА, О. В. КОВАЛЕВА

Эффективная государственная политика в области использования, охраны и восстановления бассейна реки Днепр, протекающей по территории трех государств, невозможна без исчерпывающей информации о существующем гидроэкологическом состоянии Днепра и его притоков. Имеющиеся стационарные наблюдения недостаточны для оценки этого состояния. Имеется сравнительно немного данных [1], которые получены при одновременном исследовании качества воды и биоты. В условиях усиления интеграционных процессов в области охраны окружающей среды возрастает необходимость приведения национальной экологической нормативно-законодательной базы в соответствие с международными стандартами и нормами. В связи с отмеченным и предприняты настоящие исследования. Они выполнены совместно с Институтом зоологии НАН Беларуси в рамках научно-исследовательской темы «Создать сеть эталонных (фоновых) створов для мониторинга и оценить качество воды рек Гомельской области в соответствии со стандартами европейского сообщества», при финансовой поддержке Гомельского областного комитета природных ресурсов и охраны окружающей среды¹. Целью исследований являлся анализ качества воды и экологического состояния створов ряда рек бассейна Днепра, не охваченных стационарными наблюдениями. Исследования проводились в мае – сентябре 2005 г. на 8-ми реках (10 створов), при этом на 5 створах – в прибрежной и русловой частях. Всего изучалось 25 показателей и ингредиентов, характеризующих экологическое состояние, качество воды рек, в настоящее сообще-ние включены данные по основным гидрохимическим показателям, а также гидробиологические. Сбор и обработка проб сделаны стандартными методами, принятыми в гидрометеорологической и санитарной службах. Измерения проведены потенциметрическим, электрохимическим, иодометрическим, фотометрическим, титриметрическим методами, на приборах: иономер И-120 и фотометр КФК-3. Полученные данные сопоставлены с санитарно-гигиеническими нормативами, предельно-допустимыми концентрациями, принятыми в странах Днепровского бассейна, Европейского Сообщества, ВОЗ [2], а также с имеющимися в руководствах [3-5]. При взятии гидробиологических сетных проб (сито №70) через планктонную сеть проливали 100 л воды. Концентрирование ротаторного зоопланктона проводили методом седиментации (объем осадочных проб 1 л). Обработку проб делали под микроскопами – «Микроскоп медицинский МСММед – 5», МБИ, МБС.

Оценка современного состояния качества воды в бассейне Днепра в районе Белорусского Полесья по литературным данным [2, др.] свидетельствует о наличии химического и других видов загрязнения, влияющих на качество воды рек. Постоянная нагрузка на определенные участки водотоков региона приводит к изменению видовой структуры, других экологических показателей реофильных сообществ [1]. Вместе с тем, анализ величин индекса загрязненности воды, полученных для водных объектов в 2004 году [6], свидетельствует о некотором улучшении качества поверхностных вод республики по гидрохимическим показателям. Согласно комплексной оценке качества 60,5% поверхностных вод РБ (на контролируемых участках водных объектов) классифицировались как относительно чистые (в 2003 г. – 42,7%), 37,5% – как умеренно загрязненные (в 2003 г. – 56,7%), 1,5% – загрязненные и

Примечание. Руководителем темы являлся чл.-корр. НАН Беларуси, д.б.н. В. П. Семенченко, в теме участвовали к.б.н. В. И. Разлуцкий, М. Д. Мороз

только 0,5 % – грязные. Отмечено улучшение состояния водных экосистем РБ и по результатам гидробиологических наблюдений. В 2004 г. 86,3 % водных объектов соответствовали II, II – III, III классам. По сравнению с 2003 годом доля чистых, умеренно загрязненных водотоков выросла на 10%, а умеренно загрязненных – снизилась на 9 %. Отмеченная тенденция проявилась и в бассейне Днепра, где 51,5 % поверхностных вод отмечены как «относительно чистые», 42,7 % – «умеренно загрязненные», 4,4 % – «загрязненные», 1,5 % – «грязные». Анализ изменения уровня загрязненности поверхностных вод региона за последние пять лет по основным химическим веществам показал, что гидрохимический режим водных объектов остается стабильным [2].

Результаты проведенных нами исследований позволяет отметить следующее.

Река Сож (2 створа, расположены выше г. Гомеля – в районе д. Хальча Ветковского района и ниже г. Гомеля – в санаторной зоне п. Ченки). В период исследований в реке величины рН, изменяясь от 6,62 до 8,31, находятся в пределах нормы (6-9 в РБ; 6,5-8,5 в странах ЕС). Наиболее низкие их значения отмечены весной в районе п. Ченки (ниже г. Гомеля), наиболее высокие – также весной и осенью на участке реки выше города. В июле, как и в августе, активная реакция среды на двух створах реки имеет небольшие различия, они невелики при сравнении данных, полученных для прибрежного и руслового участков. Кислородный режим реки является благоприятным в мае, насыщение воды кислородом в это время близко к 100 %. В июле содержание кислорода в воде понижается, но к концу августа увеличивается, оставаясь, однако, более низким, чем в мае. В целом, содержание его находится в пределах нормы (не ниже 4,0 мг/дм³). Насыщение воды кислородом в июле – августе имеет близкие значения и становится ниже 100%. Величины БПК₅ не превышают допустимые значения для водных объектов хозяйственно-питьевого, культурно-бытового – 6,0 мгО₂/дм³ и рыбохозяйственного назначения – 3,0 мгО₂/дм³ (нормы, принятые в странах Днепропетровского бассейна), для источников питьевого водоснабжения – 3,0 мгО₂/дм³ (нормы ЕС). Но они являются более высокими весной. Различия в величинах БПК₅ между прибрежным и русловым участками невелики, кроме одного наблюдения – в августе, когда они были больше в 2 раза в русловой части. Не отмечены различия в величинах БПК₅ на разных створах реки.

Река Беседь (левый приток Сожа, створ расположен в районе д. Чемерни Ветковского района). В исследуемый период активная реакция среды в реке изменяется слабо (7,17 – 7,75) и находится в пределах нормы. Содержание кислорода в воде, насыщение им воды весной оказываются пониженными; еще более низким содержание кислорода в воде зарегистрировано в июле на прибрежном участке реки, но в августе оно увеличивается в 1,8 раза и соответствует норме. Величины БПК₅ в реке в разное время исследований находятся в пределах нормы, но при этом наблюдаются различия на прибрежном и русловом участках.

Река Ведерня (левый приток Беседи, 2 створа, расположены на участке пересечения реки и шоссе, находящегося между г. Веткой и п. Светиловичами). Величины рН, как и на большинстве других рек, в период исследований изменяются незначительно (7,55 – 7,79), несколько понижаясь от весны к концу лета и осени. Содержание кислорода весной и в конце лета показывает на благоприятный кислородный режим в реке, но в середине лета он несколько ухудшается. Величины БПК₅ летом и осенью соответствуют чистым условиям. Только весной имеется превышение по сравнению с нормой: РБ – в 1,1, стран Днепропетровского региона – в 1,6, ЕС – в 2,1 раза.

Река Ипуть (левый приток Сожа, створ расположен возле п. Приозерного, в районе г. Добруша). Величины рН во временном (весной и летом) аспекте варьируют незначительно – 7,52 – 7,82, соответствуя норме, осенью – несколько увеличиваются – до 8,18. Содержание растворенного кислорода в воде является несколько пониженным в мае и июле, в августе увеличивается в 1,3 – 1,5 раза, достигая 7,56 мг/дм³, и кислородный режим в реке становится вполне благоприятным. БПК₅ от весны к середине и концу лета постепенно уменьшается, при этом весной его величины близки к предельно-допустимым, принятым в странах Днепропетровского бассейна, тогда как в июле, августе и сентябре соответствуют чистым условиям, нормам ЕС, РБ.

Река Уза (правый приток Сожа, створ расположен в районе дд. Сосновки и Узы). Уза по многолетним данным является самым загрязненным притоком р. Сожа, что связано с поступлением в реку сточных вод, сбрасываемых с городских очистных сооружений и других предприятий Гомеля. Величины рН в исследуемый период изменяются незначительно (7,80 – 7,88) и находятся в пределах нормы. Содержание кислорода в воде летом по сравнению с весной является несколько пониженным, но остается в пределах ПДК. БПК₅ летом и осенью находится в пределах нормы, но имеет худшие значения весной, превышая норму ЕС в 1,8 раза, однако, не выходя за пределы нормы РБ.

Река Березина (правый приток Днепра, створ расположен в районе г. Светлогорска). Величины рН весной и осенью отмечены довольно высокие – 8,07, 8,03, летом они уменьшаются и имеют близкие значения – 7,91-7,96 как во временном аспекте, так и при сравнении прибрежного и руслового участков. Содержание кислорода весной довольно значительное – 8,73 мг/дм³, но имеет место недонасыщение им воды – 74,9%, летом содержание кислорода понижается в 1,3 и 1,6 раза, и кислородный режим ухудшается. Величины БПК₅, не выходя за пределы нормы стран Днепровского бассейна, но, будучи выше нормы ЕС, а также РБ для водных объектов рыбохозяйственного назначения, показывают на более низкое качество воды в реке весной по сравнению с летом, осенью.

Река Ведрич (правый приток р. Днепра, 2 створа, расположены в районе г. Речицы). Как и в Березине, в реке Ведрич весной и осенью наблюдаются довольно высокие величины рН (8,15, 8,04), они уменьшаются летом до 7,87 – 7,98, при этом активная реакция среды почти не изменяется в июле и августе, и она слабо изменяется на прибрежном и русловом участках. Содержание кислорода в мае и июле является пониженным, имеет место значительное недонасыщение им воды, но к концу августа содержание кислорода увеличивается и кислородный режим в реке является вполне благоприятным. Величины БПК₅ на обоих створах реки относительно невелики и соответствуют норме, в т.ч. ЕС.

Река Иппа (левый приток Припяти, створ расположен возле д. Клинка, в районе г. Калинковичи). Величины рН варьируют (7,02 – 7,80), увеличиваясь летом, когда активная реакция среды становится более щелочной, но уменьшаются осенью до нейтральной реакции среды. Содержание кислорода в воде весной довольно низкое – почти достигает допустимого снижения, наблюдается значительное недонасыщение воды кислородом. Однако летом кислородный режим становится благоприятным. Величины БПК₅, различаясь в июле и августе в 1,8 раза, не превышают нормы, будучи низкими в сентябре.

Сравнительный анализ полученных данных, установленных для исследуемых участков рек, показывает, что активная реакция среды изменяется в относительно небольших интервалах – в большинстве случаев рН имеет значения от 7,30 до 7,98. Только один раз водородный показатель оказывается ниже 7,0, в пяти случаях – выше 8,0. Более выраженные колебания показателя наблюдаются весной, различия между крайними значениями их в июле и августе равны 1,1. Во все периоды наблюдений максимальное значение рН (8,31) отмечено в Соже выше г. Гомеля (д. Хальч). В этой же реке, но ниже г. Гомеля (п. Ченки), наблюдалось и самое низкое его значение (6,62). Величины рН, установленные для всех рек, находятся в пределах норм ЕС, стран Днепровского региона, в т.ч. РБ. Содержание кислорода в воде разных рек изменяется в значительно большей степени, чем активная реакция среды. Наиболее благоприятный кислородный режим в мае характерен для рек – Сож, Березина, Ведерня, в июле – Иппа, Сож, Березина, в августе – Ведрич, Ипуть, Ведерня, Сож. За исключением одного раза (Беседь, июль) содержание кислорода в воде рек не опускалось ниже нормы. В то же время ухудшение кислородного режима, происходящее на разное время наблюдений, имело место в реках – Беседь, Ипуть, Березина, Уза. Величины БПК₅, установленные для рек, довольно значительно варьируют. Пределы колебаний этого показателя равны 0,77 – 6,33 мгО₂/дм³, но чаще они составляют 1,02 – 2,95. Два раза БПК₅ было ниже 1,00, четыре раза – больше 3,00 мг О₂/дм³. Невысокие его значения наблюдаются в отдельные периоды в Соже, Березине, Иппе, низкие – установлены летом и осенью в Ведерне. В Узе на протяжении исследований величины БПК₅ были больше по сравнению с таковыми, установленными для других рек. В большинстве случаев величины БПК₅ исследуемых участков рек не превыша-

ют норм ЕС, РБ. Исключением являются данные, установленные весной на реках Ипуть, Березина, Уза, Ведерня, когда имело место превышение по данному показателю нормы ЕС и РБ для водных объектов рыбохозяйственного назначения.

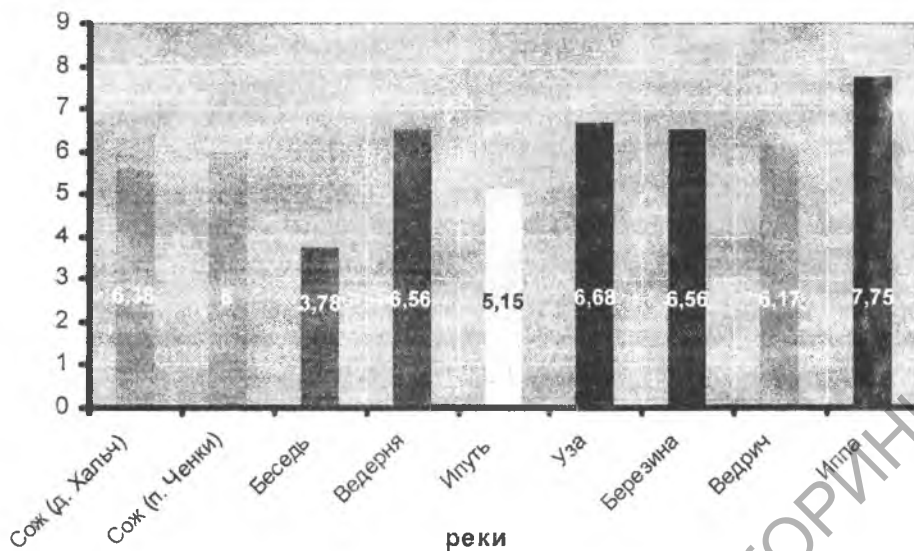


Рисунок 1 – Сравнительные данные по содержанию кислорода в воде створов исследуемых участков рек

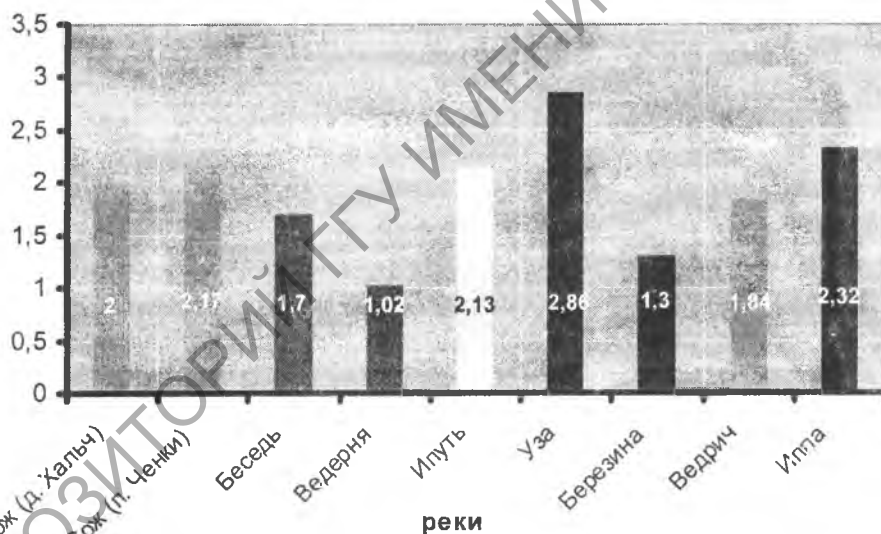


Рисунок 2 – Сравнительные данные по величинам БПК₅ исследуемых участков рек

По величинам БПК₂₀ в июле наиболее чистые условия характерны для Ведерни (2,59 мгО₂/дм³), затем в порядке возрастания БПК₂₀ идут Березина, прибрежный участок (3,94), Ведрич, створ1 (3,95). Значения отмеченного показателя, изменяющиеся в пределах 4,15-4,84 мгО₂/дм³, приходятся на 5 рек (6 створов) – Сож (выше и ниже г. Гомеля), Березина (русло), Ведрич (створ 2), Иппа, Ипуть. Наиболее значительные величины БПК₂₀ наблюдаются в Узе, Соже (п. Ченки, береговой участок), Беседе (русло). В августе последовательность расположения рек по рассматриваемому показателю несколько меняется: он имеет более низкие значения в Ведерне, Беседе (русло), Иппе, высокие – в Соже, Березине. Осенью на большинстве рек величины БПК₂₀ уменьшаются, наибольшее его значение отмечено в Узе.

Содержание аммонийного азота весной в воде четырёх рек – Сож (выше Гомеля), Беседа, Иппа, Ведрич было меньше величины, измеряемой прибором, оно было невелико в воде Ведерни, но в Соже ниже Гомеля, в Узе и Ипути отмечены довольно большие величины

Содержание нитритного азота в четырёх реках (пяти створах) незначительное (0,002-0,003 мг/дм³), однако оно в несколько раз выше в Узе, Иппе, и особенно в Ведриче. Содержание нитратного азота, различаясь в 48,2 раза в реках Иппа и Ведерня, где отмечены его крайние значения, является относительно невысоким, будучи во много раз меньше ПДК. Отмеченные показатели и ингредиенты, в целом, согласуются с таковыми, которые установлены для рек региона и приводятся в ведомственных данных и литературе [1, 2, 5, др.]. Концентрации аммонийного, нитритного и нитратного азота, обнаруженные в воде рек, в основном меньше ПДК, принятых в ЕС, странах Днепроовского бассейна. Содержание в воде фосфатов (весной) находилось в пределах 0,11-0,37 мг/дм³, при различиях в 3,5 раза между крайними значениями. Исключением была Уза, где их содержание оказалось наиболее высоким – в 2,8 раза больше отмеченного максимального. Летом и осенью порядок величин по содержанию фосфатов в воде является в основном таким же, как и весной. На ряде рек – Беседь, Ипуть, Ведрич в июле -августе оно изменяется незначительно, на Узе уменьшается, но на Соже увеличивается в несколько раз как в районе выше Гомеля, так и ниже города. Осенью имеет место уменьшение концентрации фосфатов почти в 3 раза в воде Сожа, в 1,5 раза – Березины и Ведрича, а в воде рек Ведерня, Ипуть, Иппа она почти не изменяется. В общем, концентрации фосфатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота, обнаруженные в воде рек, имеют порядок величин, которые приводят в литературных данных. Они в основном меньше ПДК, принятых в странах ЕС, Днепроовского бассейна.

Совокупное воздействие факторов среды на качество поверхностных вод отражают сообщества водных организмов. В связи с этим, в настоящее время системы мониторинга поверхностных вод в разных странах, в том числе ЕС, претерпевают существенные изменения. Основа этих изменений – переход от чисто химического контроля на биологический, базирующийся на системе биоиндикации [7]. Учитывая отмеченное, нами проводилось изучение биоразнообразия, количественных характеристик, структуры планктонных сообществ.

В составе ротаторного зоопланктона (осадочные пробы) исследуемых рек к настоящему моменту обнаружено 25 видов и внутривидовых таксонов, относящихся к 9 семействам и 11 родам. Наиболее широко по числу видов представлено семейство *Brachionidae*, включающее 12 видов и внутривидовых таксонов (48% общего количества таксонов коловраток). На втором месте по видовому разнообразию находится семейство *Lecanidae* – 4 вида (16%). К семействам *Asplanchnidae* и *Synchaetidae* относится по 2 вида. Остальные 5 семейств (*Euchlanidae*, *Filiniidae*, *Notommatidae*, *Philodonidae*, *Trichocercidae*) включают по одному виду. Количество видов и внутривидовых таксонов, обнаруженных в разных реках, значительно варьирует и составляет 4-21. При этом наименьшее видовое разнообразие (по 4 вида) отмечено в реках Ведрич и Ведерня, низкое разнообразие – в реках Беседь и Ипуть (6 и 8 видов соответственно). Наибольшее биоразнообразие характерно для Сожа – 21 вид и внутривидовой таксон. При сравнении рек наибольшую степень сходства по числу видов ротаторного зоопланктона имеют Березина и Иппа, Сож и Уза, Сож и Березина – коэффициент Соренсена для них составляет 0,74, 0,71 и 0,67 соответственно. Высокая степень сходства отмечается для Березины с реками Ведрич и Ведерня – индекс составляет 0,50-0,55. При попарном сопоставлении остальных рек индекс видового сходства невысок и изменяется в пределах 0,10-0,48. Общим для всех исследованных рек является только 1 эврибионтный вид – *K. c. cochlearis* (таблица). В составе зоопланктона большинства изученных рек встречаются *A. priodonta*, *Br. quadridentatus*, *F. l. longiseta*, *K. c. tecta*, *P. dolichoptera*, коловратки отряда *Bdelloidea*. Доминирующие виды в реках различные. В состав доминирующего комплекса видов пяти рек входит *K. c. cochlearis*, во всех исследованных реках – виды рода *Brachionus*, которые являются индикаторами значительного загрязнения воды.

Плотность ротаторного зоопланктона рек изменяется в пределах 1-125 тыс. экз./м³. Наибольших величин она достигает в Соже – 16-125, в река Беседь, Ведрич, Иппа, Ведерня плотность коловраток невелика и составляет 1-20 тыс. экз./м³.

По данным обработки сетных проб более значительное разнообразие зоопланктона (в период его наилучшего развития) из притоков Сожа имеют Беседь – 26, Ипуть – 20, в Узе обнаружено только 13 видов. В притоках Днепра – Березине и Ведриче количество видов

равно 20 и 14 соответственно. Невелико разнообразие зоопланктона в Ведерне – 9. Индекс видового разнообразия Маргалефа колеблется в пределах 4,6-13,2, при этом наибольшее значение он имеет в Березине, наименьшее в Узе. Планктонные сообщества рек характеризуются доминированием 1-2 видов, что отмечается для вод значительного загрязнения. По одному доминирующему виду обнаружено в реках Березина, Ведрич, Ведерня, по 2 – в Узе, Ипути, в Беседи их 3. Плотность и биомасса зоопланктона рек значительно варьируют: в Беседи они составляют 22,99 тыс. экз./м³ и 0,187 мг/л, в Березине и Ведриче – 4,21 тыс. экз./м³ и 0,105 мг/л, 2,85 тыс. экз./м³ и 0,050 мг/л. Крайние значения плотности и биомассы отмечены, с одной стороны, в Ведерне – 0,99 тыс. экз./м³ и 0,003 мг/л, с другой стороны – в Узе – 396 тыс. экз./м³ и 2,164 мг/л, то есть амплитуда колебаний количественных показателей очень большая, и она составляет 400 (плотность) и 720 (биомасса) раз.

Таблица. Доминирующие виды коловраток в исследованных реках

Реки	Виды
Сож	<i>Synchaeta pectinata</i> Ehrenberg, 1832, <i>Brachionus calyciflorus</i> Pallas, 1766, <i>Keratella cochlearis cochlearis</i> (Gosse, 1851), <i>Trichocerca (s.str.) pusilla</i> (Lauterborn, 1898)
Березина	<i>Polyartra dolichoptera</i> Idelson, 1925, <i>Br. quadridentatus</i> Hermann, 1783, <i>S. pectinata</i>
Беседь	<i>Br. angularis</i> Gosse, 1851, <i>K. c. cochlearis</i>
Ипуть	<i>S. pectinata</i> , <i>Br. calyciflorus</i> , <i>K. c. cochlearis</i>
Уза	<i>Br. calyciflorus</i> , <i>Lecane (s.str.) inermis</i> (Bryce, 1892), <i>Br. diversicornis</i> (Daday, 1883)
Ведрич	<i>K. c. cochlearis</i> , <i>Br. quadridentatus</i>
Иппа	<i>Br. quadridentatus</i> , <i>K. c. cochlearis</i> , <i>S. pectinata</i>
Ведерня	<i>K. c. cochlearis</i> , <i>Br. quadridentatus</i>

Важным показателем состояния экосистем является структура сообществ, которая сохраняется без изменений на протяжении длительного времени, если водоем или водоток не подвергается сильному воздействию. В то же время она может нарушаться при значительном прессе на экосистемы. При евтрофировании и загрязнении в водоемах увеличивается количество коловраток, достигая 90% и более от общей плотности. Структура зоопланктона исследуемых участков рек, как и другие его характеристики, значительно различается, при этом в Узе и Ведерне преобладают коловратки (56,6%, 54,5% плотности соответственно), особенно велика их доля в Ведриче – около 90%. В Беседи наибольшее развитие имеют копеподы (56,8% плотности и 68,8% биомассы). В Березине доля коловраток от общей плотности составляет 36,8%, от общей биомассы – 73,3%.

Заключение

Оценка современного экологического состояния качества воды бассейна Днепра по литературным данным свидетельствует о том, что качество вод в регионе является сравнительно удовлетворительным. В большинстве случаев величины гидрохимических показателей и ингредиентов исследуемых участков рек не превышают норм, принятых в странах ЕС, Днепровского бассейна, включая РБ.

Биоразнообразие зоопланктона и степень сходства, его структура, плотность и биомасса на исследуемых участках рек различаются, и это находится в определенной связи с факторами среды. По ряду гидрохимических показателей и ингредиентов качество воды в р. Узе является более низким по сравнению с другими реками, что находит отражение в уменьшении биоразнообразия, изменении структуры, количественных характеристик зоопланктона. Бедность видового состава, незначительная степень развития зоопланктона свойственны р. Ведерне.

В целом, изученные гидрохимические и гидробиологические показатели значительно изменяются, что показывает на вариабельность условий среды в реках.

Полученные материалы могут быть использованы местными природоохранными и контролирующими органами.

Abstract. The paper presents the evaluation of chemical conditions in the rivers of the Dnieper basin, which are not covered by stationary observations. The concentration of most factors under investigation turned out to be less than possible concentrations accepted in European countries and countries of the Dnieper region.

Литература

1. Колобаев А.Н., Скрипниченко Л.Н., Тищиков Г.М. *Результаты специализированных экспедиционных исследований качества поверхностных вод в бассейне Днепра (в пределах Республики Беларусь). Программа экологического оздоровления бассейна реки Днепр.* – Мн.: БЕЛСЭНС, 2004. – 80 с.
2. *Трансграничный диагностический анализ бассейна реки Днепр. Программа экологического оздоровления бассейна реки Днепр.* – Мн., 2003. – 217 с.
3. *Методы исследования качества воды водоемов* / Под ред. А.П. Шицковой. – М., 1990. – 200 с.
4. *Сборник гигиенических нормативов по разделу коммунальной гигиены. Республиканские санитарные правила нормы и гигиенические нормативы* / Министерство здравоохранения Республики Беларусь. – Мн., 2004. – 96 с.
5. *Руководство по методам гидробиологического анализа поверхностных вод и донных отложений.* – Л.: Гидрометеоздат, 1983. – 240 с.
6. *Ежегодник состояния загрязнения окружающей среды на территории Республики Беларусь за 2004 год.* – Мн.: Минсктиппроект, 2005. – 104 с.
7. Семенченко В.П. *Принципы и системы биоиндикации текучих вод.* – Мн.: Орех, 2004. – 125 с.

Гомельский государственный
университет им. Ф. Скорины

Поступило 15.04.06